

INRICHTUNGEN FÜR DIE AUSFÜHRUNG DER BE-
 TONARBEITEN AN DEN SCHLEUSEN DES PANAMA-
 KANALES. * KRANE FÜR DEN EINBAU DES BETONS
 AN DEN SCHLEUSEN VON PEDRO MIGUEL (OBEN).
 OBERE SCHLEUSEN BEI GATUN (UNTEN). * * * * *
 DEUTSCHE BAUZEITUNG * MITTEILUNGEN
 ÜBER ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU
 * * * * * VIII. JAHRGANG 1911 * NO. 3. * * * * *

DEUTSCHE BAUZEITUNG

MITTEILUNGEN ÜBER ZEMENT, BETON- UND EISENBETONBAU

UNTER MITWIRKUNG DES VEREINS DEUTSCHER PORTLAND-
CEMENT-FABRIKANTEN UND DES DEUTSCHEN BETON-VEREINS

VIII. JAHRGANG 1911.

NO. 3.

Konstruktion der Großmarkthalle am Südbahnhof München.

Bearbeitet von Dipl.-Ing. B. Rueb, Assistent Bautechniker A. Keller, in Firma Leonhard Moll in München.

(Schluß.)



Nach den in No. 2 entwickelten Grundsätzen wurde mit der Durchführung der Einzelarbeiten an der südwestlichen Ecke der Markthalle begonnen und die Arbeit in nachstehender Reihenfolge durchgeführt: 1. Umfassung; 2. Untergeschoß Südhälfte und Regenauslaß in der Nordhälfte; 3. Zwischengeschoß Süd-

und Untergeschoß Nordhälfte; 4. Haupthallenaufbau Süd- und Zwischenbauten Nordhälfte; gleichzeitig mit 2 und 3 Ueberbrückung der Zufahrten und Flügel-Anbauten.

In der Baugrube lagerten noch etwa 7000 cbm Erdmassen, die zum größten Teil brauchbares Betonkiesmaterial enthielten. Um unnötigen Transport zu ersparen, wurde eine Betonmischmaschine mit Dampftrieb (38 PS.) in der Baugrube aufgestellt, das verwendbare Material an Ort und Stelle zu Beton verarbeitet und damit wurden die massigen Fundamente und Bankette ausbetoniert. Das nicht verwendbare Material wurde durch einen Drehkran mit Dampftrieb (8 PS.) gehoben und als Hinterfüllung an den Umfassungsmauern abgelagert. Das weiter erforderliche Betonkiesmaterial für das ganze Bauwerk konnte aus den vom Stadtbauamt als Notstandsarbeit ausgehoben und seitlich der Baustelle gelagerten Erdmassen gewonnen werden. Ein Schüttelbagger lieferte den Tagesverbrauch von 150—200 cbm sortierten Kies und Sand, die wiederum von zwei Betonmischmaschinen mit elektrischem Antrieb

(40 PS.) zu Beton verarbeitet wurden. Das Hochziehen der Betonmassen besorgte eine Dampfmaschine von 20 PS.

Eine Zentrifugalpumpe von 20 1/2 Sek. Leistungsfähigkeit überführte bei Dampftrieb (12 PS.) während der Herstellung des neuen 150 m langen Regen-Auslaßkanales und der an dieser Stelle um 4 m tiefer herabreichenden Gründungen das stark anschwellende Grundwasser erst in den alten und bei dessen Abbruch in den bereits fertig gestellten neuen Kanal.

Die Einschalungsarbeiten erfolgten nach der üblichen Weise, die Hauptbindergerüste (Abb. 6 in No. 2) wurden jedoch erst auf dem Werkplatz aufgerissen, an der Verwendungsstelle zusammengestellt, verschraubt und dann mit Dampfwinde aufgezogen. Die Mischungsverhältnisse bewegen sich für die verschiedenen Ausführungen in den Grenzen von 1:10 für die Stützenfundamente, 1:9 für die Umfassungen und das Betonfüllmauerwerk, 1:6 für Betonmauerwerk mit Eiseneinlagen, 1:5 für Deckenplatten, 1:4 für Balken, Stützen und Binder, 1:2 für Vorsatzbeton.

Zurzeit sind die in der Arbeitsdurchführung von

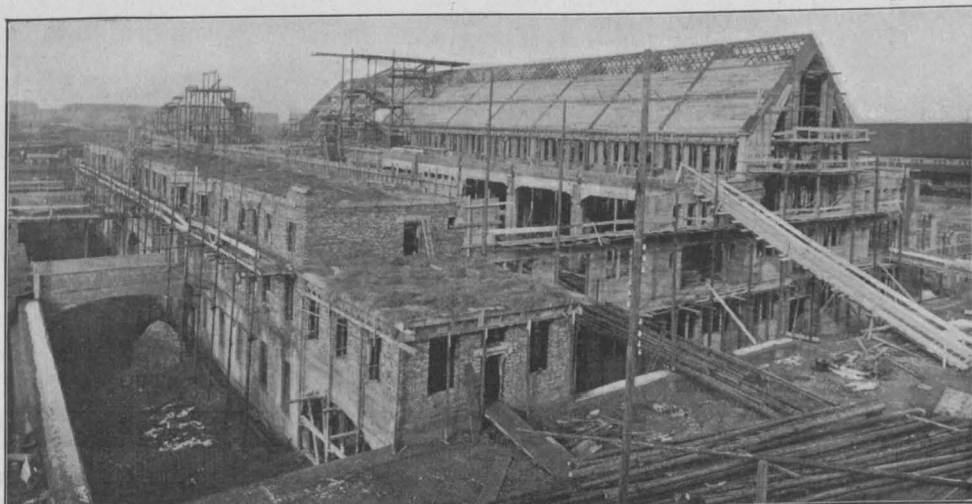
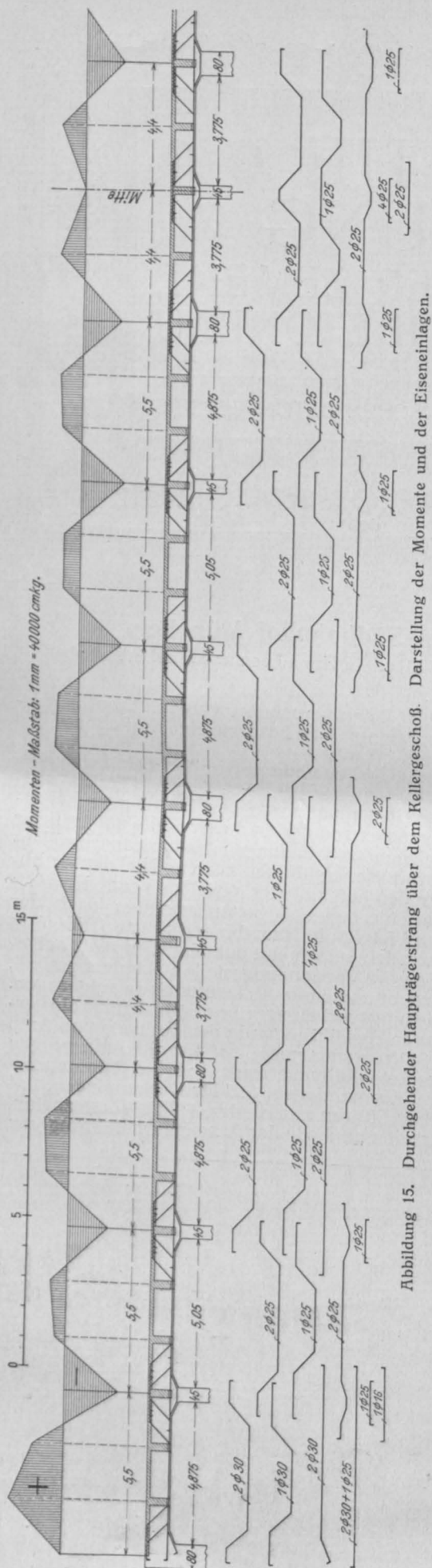


Abbildung 8. Ausführung der Hallenkonstruktion.



1 bis 3 und teilweise 4 erwähnten Konstruktionsabteilungen ausgeführt. Die Kellerdecke und die Zwischengeschosse in der Südhälfte sind ausgeschalt, dagegen stehen die Haupt-Binder in Rücksicht auf die jetzige Jahreszeit noch in ihrer Schalung. (Vergl. hierzu die Abbildungen 7 (in Nr. 2) bis 10 von der Ausführung.)

Um sich über den Umfang der Arbeitsleistungen ein Bild machen zu können, sei hier noch angeführt, daß für das Gesamt-Bauwerk rd. 5 Millionen kg Portlandzement und 30 000 cbm Sand und Kiesmaterial notwendig wurden. Die nötigen Holzschalungen erforderten über 90 000 qm Schalbretter, dazu einen kleinen Wald an Stütz-, Strebe- und Einrüstungshölzern. Das zur Armierung des Betons zur Verwendung gelangte Eisenmaterial bezifferte sich auf ein Gesamtgewicht von 1200 t. Außer diesen Hauptbaustoffen gelangten noch rd. 800 000 Ziegelsteine und 2000 cbm Bims Kies zur Verwendung. Zur Ausführung kamen 30 000 qm Deckenflächen, die von insgesamt 18 000 lfm. Eisenbetonträgern und 4 500 m Eisenbeton-Stützen und Pfeilern getragen werden.

Die statischen Berechnungen waren ziemlich einfach. Der Hauptbinder wurde nach bekannten Methoden analytisch berechnet und auf graphischem Wege nachgeprüft, vergl. Abbildung 11 und 12. Der Horizontalschub ergab sich für Eigenlast zu 19,4 t, für Winddruck zu 9,4 t und für einen Temperaturunterschied von 35° zu 0,51 t. Nachdem der Schub ermittelt war, konnten als einfache statische Aufgabe die Momentenkurven aufgezeichnet und die Spannungen für Biegung mit Achsialdruck festgestellt werden. Diese berechneten sich im Maximum für Beton zu 44 kg/qcm und für Eisen zu 800 kg/qcm.

Bezüglich der Ausbildung des Gelenkes sei unter Bezug auf Abbildung 4 in No.2 noch Folgendes nachgetragen. Die Kämpfer der Hauptbinder sind auf eine Tiefe von 30 cm in die Rechteckrahmen eingelassen und von diesen durch eine doppelte Teer-Papplage getrennt. Die vorhandenen Eisen-Dollen sind an der oberen Hälfte ebenfalls mit Teerpappe umwickelt, sodaß mit den Hauptbindern eine feste Verbindung, wie sie zwischen Dollen und Rahmen besteht, nicht stattfinden konnte, der Kämpfer sich vielmehr frei bewegen kann. Der Schub wird hauptsächlich von den Querriegeln der Rechteckrahmen aufgenommen.

Mit Rücksicht auf diesen wagrechten Schubangriff bedurften die Rahmen, besonders in den Seitenanbauten, einer sorgfältigen statischen Behandlung. Die Berechnung erfolgte nach Müller-Breslau: Neuere Methoden der Festigkeitslehre. Die ermittelten Momente sind in Abbildung 13 dargestellt. Zur Kontrolle wurden die Rahmen nach dem in „Forscherarbeiten“ Heft XI von Dr.-Ing. M. Ritter angegebenen Verfahren ebenfalls nachgerechnet. Diese Methode, die ihrer Einfachheit wegen besondere Empfehlung verdient, sei hier wiedergegeben. (Vergl. Abbildung 14.)

$$k = \frac{h \cdot J}{l J_s} = \frac{6,8 \cdot 0,022}{9,1 \cdot 0,034} = 0,48.$$

Lage der Festlinien.

$$a = b = \frac{l}{3(1 + 2k)} = \frac{9,10}{3(1 + 2 \cdot 0,48)} = 1,54 \text{ м.}$$

Lage der Bogenkraft.

$$t = h \cdot \frac{1+k}{1+2k} = 6,80 \cdot \frac{1,48}{1,96} = 5,12 \text{ m.}$$

$$H = \frac{g \cdot l^2}{4h(2+k)} = \frac{2420 \cdot 9,10^2}{4 \cdot 6,8 \cdot 2,48} = 2,93 \text{ t.}$$

Balkenmomente.

$$-A = -B = \frac{g \cdot a \cdot l}{4} = \frac{2420 \cdot 1,54 \cdot 9,10}{4} = 8,50 \text{ mt}$$

$$M_A = M_B = -8,5 + 2,93 \cdot 5,12 = +6,5 \text{ mt} \quad (5,8)$$

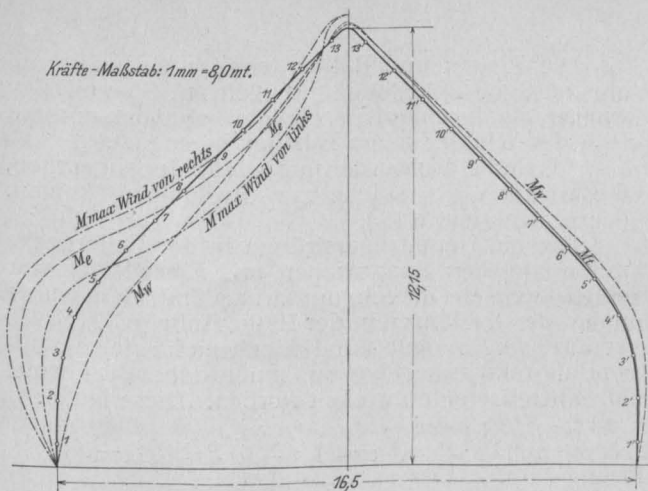
$$M_{A'} = M'_B = -8,5 - 2,93 \cdot 1,68 = -13,45 \text{ mt (13,90).}$$

Horizontalbelastung.

$$W = 23,66 \text{ t}, H = \frac{W}{2} = 11,83 \text{ t}.$$

Balkenmomente.

$$-A = W \cdot h \cdot \frac{(2+3k)}{3(1+2k)} = -23,66 \cdot 6,8 \cdot \frac{(2+3 \cdot 0,48)}{3 \cdot (1+2 \cdot 0,48)} = -94,0 \text{ mt}$$



	M_e	M_w	M_τ		M_e	M_w	M_τ
1	-11,4	$\pm 5,6$	$\pm 0,30$	13'	- 3,6	- 5,0	$\pm 6,05$
2	-30,2	$\pm 16,6$	$\pm 0,90$	12'	+ 6,0	- 7,2	$\pm 5,60$
3	-47,5	$\pm 26,8$	$\pm 1,50$	11'	+ 15,0	- 8,8	$\pm 5,18$
4	-55,10	$\pm 32,6$	$\pm 2,08$	10'	+ 17,0	- 10,2	$\pm 4,74$
5	-42,0	$\pm 34,6$	$\pm 2,58$	9'	+ 11,0	- 11,0	$\pm 4,31$
6	-25,0	$\pm 33,0$	$\pm 3,01$	8'	+ 4,0	- 12,0	$\pm 3,88$
7	- 6,0	$\pm 27,0$	$\pm 3,46$	7'	- 6,0	- 14,0	$\pm 3,46$
8	+ 4,0	$\pm 26,0$	$\pm 3,88$	6'	- 25,0	- 15,1	$\pm 3,01$
9	+ 11,0	$\pm 22,0$	$\pm 4,31$	5'	- 42,0	- 16,4	$\pm 2,58$
10	+ 17,0	$\pm 17,0$	$\pm 4,74$	4'	- 55,10	- 15,4	$\pm 2,08$
11	+ 15,0	$\pm 11,2$	$\pm 5,18$	3'	- 47,50	- 12,2	$\pm 1,5$
12	+ 6,0	$\pm 4,8$	$\pm 5,60$	2'	- 30,20	- 8,4	$\pm 0,9$
13	- 3,6	- 9,1	$\pm 6,05$	1'	- 11,4	- 3,4	$\pm 0,3$

Erklärung zu Abbildungen 11 und 12.

I. Gleichmäßige Belastung der Binder:

Schieferdach 110 kg/qm, Schneelast 60 kg qm,
Eigengewicht des Binders für 1 lfdm Projektion:

$$\frac{M = 17,8 \cdot 15,70 \cdot 16,5}{8} = 57,8 \text{ mt.}$$

II. Einzellasten.

Platte 8 cm dick

$$0,08 \cdot 2400 = 192$$

dazu $110 + 60 = 170$

362

Unterzug $0,52 \cdot 0,25 \cdot 2400 = 312 \text{ kg/lfdm}$

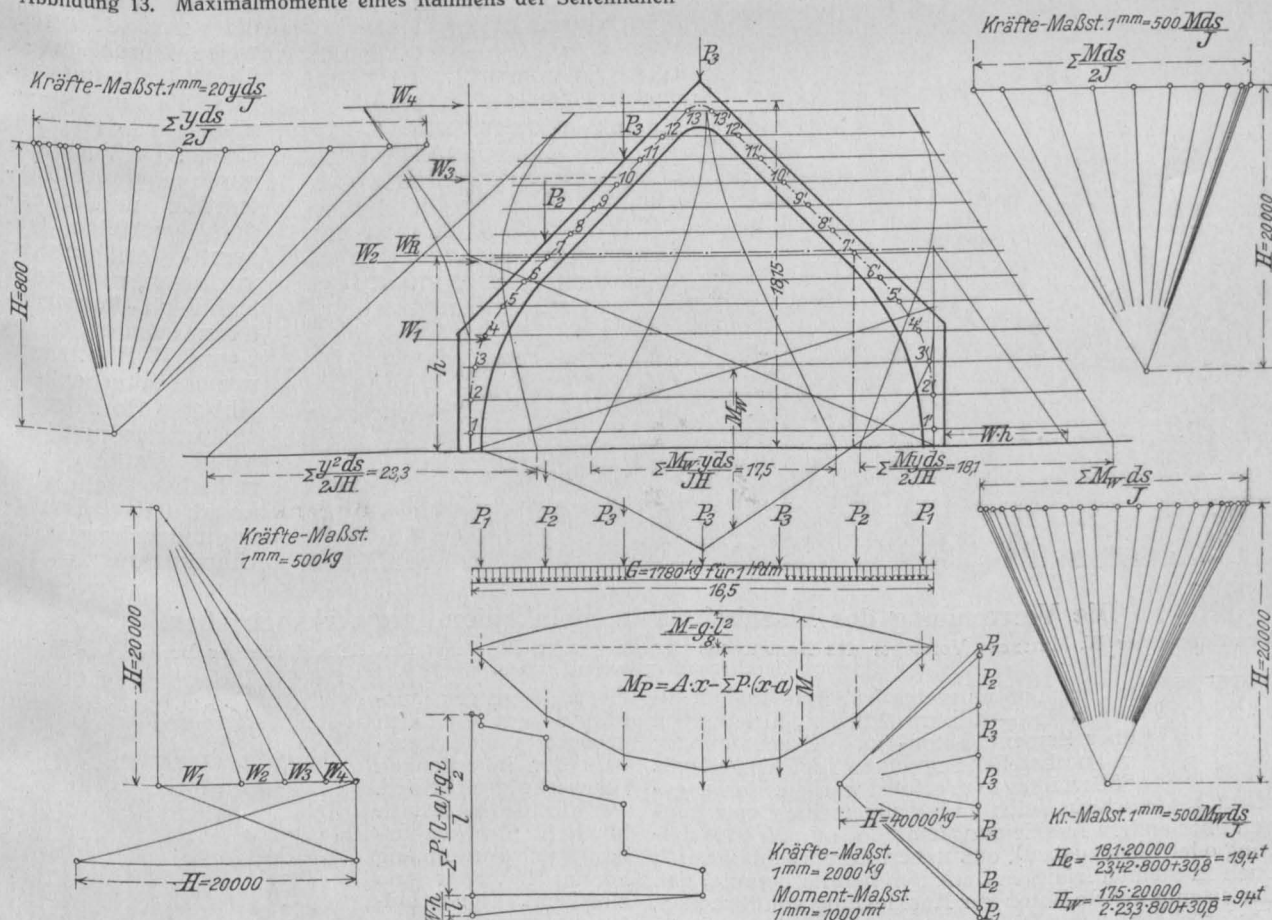
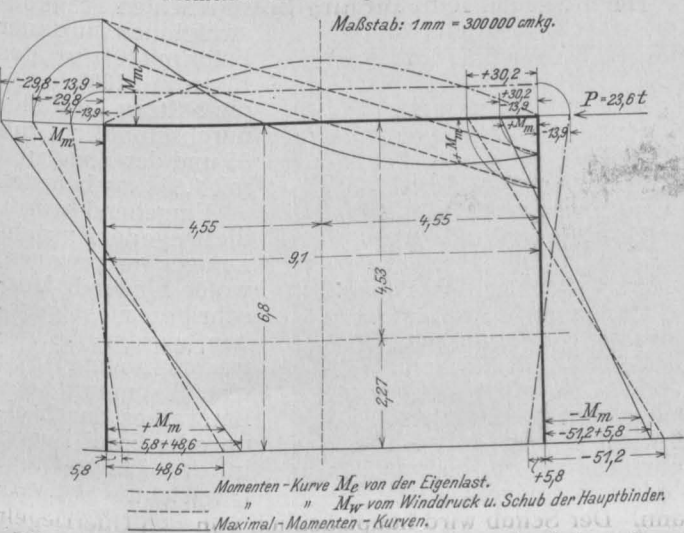
$$P_2 = 14800, \quad P_3 = 14300, \quad P_4 = 2340 \text{ kg.}$$

III. Winddrücke.

$W = 125 \text{ kg/qm}$, also Winddruck auf 1 lfdm Binder:

$$8,84 \cdot 125 = 1100 \text{ kg};$$

$W_2 = 3080$; $W_3 = 2980$
Ges. $W_R = 14010$ kg.



$$-B = W \cdot h \cdot \frac{1}{3(1+2k)} = -23,66 \cdot 6,8 \cdot \frac{1}{3(1+2 \cdot 0,48)} = -27,4 \text{ mt}$$

$$M_1 = -\frac{A(l-b) - B \cdot a}{c} = -\frac{94,0 \cdot (9,10 - 1,54) - 27,4 \cdot 1,54}{9,10 - 2 \cdot 1,54} = -111,5 \text{ mt}$$

$$M_2 = -\frac{B \cdot (l-a) - A \cdot b}{c} = -\frac{27,4 \cdot (9,10 - 1,54) - 94,0 \cdot 1,54}{9,10 - 2 \cdot 1,54} = -10,2 \text{ mt}$$

$$M'_A = +23,66 \cdot 6,8 - 111,5 - 11,83 \cdot 1,68 = +30,1 \text{ mt (30,2)}$$

$$M'_A = +11,83 \cdot 5,12 - 111,5 = -50,9 \text{ mt (51,2)}$$

$$M'_B = -10,2 - 11,83 \cdot 1,68 = -30,05 \text{ mt (29,8)}$$

$$M'_B = -10,2 - 11,83 \cdot 5,12 = +49,9 \text{ mt (48,6) mt.}$$

Die eingeklammerten Werte entsprechen den Ergebnissen der ersten Berechnung.

Die Spannungen wurden für Biegung mit Achsialdruck ermittelt und es ergab sich eine Maximalbeanspruchung für Beton zu 52 kg/qcm und für Eisen zu 1050 kg/qcm.

Die Platten und Balken zweiter Ordnung mit gleichartiger Belastung und gleichen Spannweiten wurden als durchlaufende Träger behandelt und mit Hilfe der Winkler'schen Tabellen berechnet.

Als Endfelder wurden nur jene Felder angesehen, die wirklich als solche zur Ausführung kamen. (Vergl. Abbildung 15.)

Für die Hauptträgerstränge in der Kellerdecke mit ungleichen Spannweiten und Einzellasten war eine analytische Berechnung zu umständlich, es wurde daher das Verfahren in der Hütte, Auflage XX, S. 285 benützt; die Momente T sind jedoch nur für gleichmäßige Belastung angegeben und mußte daher die Formel für Einzellasten entwickelt werden. Diese lautet:

$$T_2 = \frac{\sum_0^{l_2} P \cdot a (l_2^2 - a^2)}{l_2} + \frac{\sum_0^{l_{2+1}} P \cdot b (l_{2+1}^2 - b^2)}{l_{2+1}}$$

Bei den auf reine Biegung beanspruchten Tragkonstruktionen wurde der Beton mit 40 kg/qcm, das Eisen mit 1000 kg/qcm, die Stützen im Keller durchschnittlich mit 35 und der Baugrund mit 1,5 kg/qcm belastet.

Eingehend wurde die Frage der Ausdehnungsfugen erwogen, wofür bindende Vorschriften nicht gegeben waren. In Betracht gezogen wurde eine Trennung des Bauwerkes durch eine oder zwei Fugen in der Längs- und Querrichtung bei verschiedener Ausgestaltung der Fuge, dann die ganze oder teilweise Durchführung dieser Trennung vom First bis zum Fundament in derselben Ebene. Da Vorbilder nur in sehr beschränktem Maße und bei anders gearteten Gesamt-Verhältnissen vorliegen, wurde aus technischer - konstruktiver Gründen, die im Grundriß Abb. 1, sowie im Längsschnitt Abb. 3 in No. 2 dargestellte Anordnung gewählt als Ergebnis reiflicher technischer Erwägung und rechnerischer Untersuchung. —



Abbildungen 9 und 10. Ausführung der Decken über dem Kellergeschoß.



Die Verwendung des Eisenbetons in Steinkohlen-Bergwerksbetrieben.

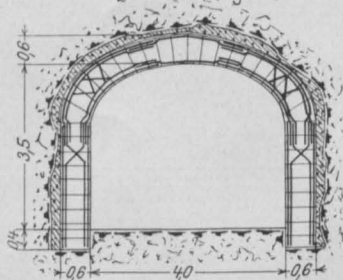
Von Baumeister W. Meurer, Vorsteher des Baubureaus der Bergwerks - Abteilung der Gelsenkirchener Bergwerks - Aktien-Gesellschaft in Gelsenkirchen.

Im Anschluß an meine früheren Ausführungen in No. 8—10 Jahrg. 1910 der „Mitteilungen über Zement, Beton- und Eisenbetonbau“ soll nachstehend eine unter Tage ausgeführte Füllortanlage vorgeführt werden. Vorausgeschickt seien einige allgemeine Bemerkungen über andere Auskleidungsmethoden (in Holz, Mauerwerk oder Eisenausbau), aus denen hervorgeht, was ich in meinen früheren Berichten betonte, daß der eisenbewehrte Beton zur Auskleidung von Strecken, Förderschächten und Füllortern gegenüber den bisher gebräuchlichen Methoden des Ausbaues in Mauerwerk oder in Holz erhebliche Vorteile hat, indem bei Verwendung

dieses Konstruktionsmittels eine erheblich größere Standsicherheit der betreffenden Bauwerke erreicht wird.

Holz, das jetzt noch häufig für Streckenausbau zur Anwendung kommt, hat zwar gute elastische Eigenschaften und kann auch biegenden Kräften in hohem Maße widerstehen,

Querschnitt g-h. (Abb. 9)



Abbildg. 1
Gesamt-
Anlage
im
Grund-
riß.

Plan view of the filling station layout. It shows a central rectangular area with a circular tank at the top. Various sections are labeled with letters (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z). Dimensions are given in meters (m). A scale bar at the bottom indicates 0, 5, 10, 20m.

Querschnitt a-b.
This cross-section shows the largest stope cross-section near the shaft. It features a large arched opening with a width of 6.0m and a height of 10.0m. The structure is supported by a thick concrete wall with a thickness of 1.2m. The top of the arch is reinforced with a concrete slab.

Querschnitt
a-b
= größter
Stollen-
Querschnitt
in der Nähe des
Schachtes.

Querschnitt e-f.
= kleinster Quer-
schnitt.
This cross-section shows the smallest stope cross-section. It features a smaller arched opening with a width of 3.5m and a height of 3.25m. The structure is supported by a thick concrete wall with a thickness of 0.6m.

Querschnitt i-k.
This cross-section shows a stope cross-section with a width of 4.0m and a height of 2.5m. The structure is supported by a thick concrete wall with a thickness of 0.6m.

Querschnitt j-l.
This cross-section shows a stope cross-section with a width of 3.5m and a height of 2.5m. The structure is supported by a thick concrete wall with a thickness of 0.6m.

Querschnitt m-n.
This cross-section shows a stope cross-section with a width of 3.5m and a height of 2.5m. The structure is supported by a thick concrete wall with a thickness of 0.6m.

Teil-Längsschnitt p-q.

Querschnitt c-d.
This cross-section shows a stope cross-section with a width of 6.0m and a height of 10.0m. The structure is supported by a thick concrete wall with a thickness of 1.2m.

Eisenbeton-
Ausbau einer
Füllort-Anlage
auf Schacht I,
Sohle V,
der Zeche verein.
Bonifazius.

Abbildungen 2—8
und Abbildung 9
Seite 20.

Schnitte zu Abb. 1.

Querschnitt n-o.
This cross-section shows a stope cross-section with a width of 6.0m and a height of 10.0m. The structure is supported by a thick concrete wall with a thickness of 1.2m.

Querschnitt l-m.

Querschnitt l-m.
This cross-section shows a stope cross-section with a width of 6.0m and a height of 10.0m. The structure is supported by a thick concrete wall with a thickness of 1.2m.

ist aber von beschränkter Lebensdauer wegen der chemischen Einflüsse, die es angreifen und zersetzen. Außerdem ist es feuergefährlich und schon bei manchem Grubenunglück, wo bei Entzündungen irgend welcher Art das Feuer in den mit Holz ausgebauten Strecken und Querschlägen reichlich Nahrung zum Fortpflanzen findet, Ursache der Entwicklung eines großen Grubenbrandes gewesen. Auch sind die Festigkeiten nicht so hohe, daß sie bei stärker auftretenden Gebirgsdrücken längeren Widerstand zu leisten imstande sind. Es trifft dies hauptsächlich bei Ausbaustrecken zu, die unter hohem Druck stehen. Sie haben durchweg eine sehr kurze Lebensdauer, sodaß der Neubau wegen des öfteren Auswechsels bzw. der öfteren Erneuerung große Summen verschlingt, wodurch die entstehenden Kosten ins Ungeheure wachsen.

Mauerung, die ebenfalls bei senkrechten Schächten und Strecken angewendet wird, muß in großen Stärken eingebaut werden, um standfest zu sein. Der Sicherheitsgrad des Ausbaues in diesem Material ist ein nicht sehr hoher, da das Mauerwerk nur geeignet ist, große Druckkräfte aufzunehmen, nicht aber Zugspannungen, welche schon bei der geringsten Deformation eintreten. Mit Deformationen, welche sich ergeben aus Verschiebungen, dynamischen Wirkungen, allmählich wirkenden einseitigen Drücken usw. ist im Bergbau aber immer zu rechnen; trotz der günstigen statischen Form, wie beim Ausbau kreisrunder Förderschächte, ist daher immer mit Bruch und also mit fortwährenden Reparaturarbeiten zu rechnen, welche die ursprünglichen Anlagekosten durch die stetigen Lohnaufwendungen sehr erhöhen. In weit höherem Maße als bei dieser statisch günstigen Form macht sich aber der Mangel an Uebertragungsfähigkeit von Zug- bzw. Biegungsspannungen bei Mauerwerksausbau im Ausbau von Strecken, Füllortanlagen usw. bemerkbar, da hier wegen des benötigten Lichtprofils, welches aus wirtschaftlichen Gründen an bestimmte Formen gebunden ist, von vornherein mit großen Biegungsspannungen gerechnet werden muß. Auch hier sind ständige Reparaturkosten die Folge der Verwendung des Mauerwerkes, es sei denn, daß die Querschnitte in außergewöhnlichen Stärken eingebaut werden, sodaß sie von vornherein unwirtschaftlich sind.

Eisenausbau von Strecken in Form von gebogenen Schienen hat ebenfalls trotz der spezifisch großen Festigkeit des Materiales keine große Standfestigkeit, da wegen der geringen Profilstärken, in welche diese Konstruktionsteile eingebaut werden, die Knickgefahr eine sehr große ist und da auch die chemischen Einwirkungen das ihrige tun, um die Konstruktion in ihrer Tragfähigkeit sehr zu schwächen.

Die Mängel, welche den vorerwähnten Ausbaumethoden in Holz, Mauerwerk und Eisenausbau anhaften, beseitigt der Eisenbetonausbau vollständig, indem er die guten Eigenschaften aller dieser Materialien in hohem Maße in sich vereinigt, die schlechten dagegen nicht besitzt. Von den modernen Füllortanlagen, welche in Eisenbeton ausgeführt sind, dürfte die hier zu erwähnende Anlage wohl die größte bisher ausgeführte sein. Sie wurde für die Gelsenkirchener Bergwerks-Aktien-Gesellschaft, Zeche ver. Bonifacius auf der V. Sohle Schacht I ausgeführt. Die Ausführung lag in den Händen der Lolat-Eisenbeton-A.-G. in Düsseldorf.

Der Gebirgsteil, in welchem die Anlagen sich vorfinden, zeigt sehr starke Druckverhältnisse und große Störungen im Gebirge, sodaß bei der Ausführung mit einem erheblichen Sicherheitsgrad gerechnet werden mußte. Da im Bergbau besonders bei derartigen Verhältnissen mit allmählich wirkenden Drücken, welche aber auch einer plötzlichen Veränderung unterworfen sein können, zu rechnen ist, wurde ein starker Ausbau mit erheblichen Sicherheitsgraden gefordert, da bei etwaigem Bruch gegenüber den Störungen im Betriebe die etwas höheren Anlagekosten nicht ins Gewicht fallen, welche sich aus den reichlich bemessenen Konstruktionsteilen ergaben.

Ueber die Gesamt-Anlage gibt der Uebersichtsplan Abbildung 1 Auskunft nebst den zugehörigen Schnitten Abb. 2-9. Die Profile sind durchweg, mit Ausnahme eines sehr großen lichten Raumes am Schacht, Querschnitt a-b, als offene Profile ausgebildet. Die angeordnete Eisenbewehrung ist ebenfalls aus den beigegebenen Abbildungen zu ersehen, die im besonderen zeigen, wie die Eisen in den größten Lastpunkten angeordnet sind und wie sie auf alle möglichen Belastungsfälle, einseitige Drücke und Schiebungen Rücksicht nehmen. In der Längsrichtung sind die einzelnen Stücke getrennt, sodaß

sich Ausdehnungsfugen ergeben, in welche neben der Ausdehnung des Materiales an sich u. Umst. auch kleinere schiebende Kräfte des Gebirges sich auslösen können; auch kann an diesen Stellen etwa hinter der Auskleidung sich ansammelndes Wasser nach innen austreten. Erwähnt sei noch, daß hinter den Konstruktionsteilen eine Isolierung angebracht ist, um sie völlig wasserdicht zu machen. Die eigentlichen Profile sind mit Beton fest hinterstampft, sodaß alle Lücken des Gebirges ausgefüllt sind und so gewissermaßen die Auskleidung ein Ganzes mit dem umhüllenden Gebirge darstellt. Besonders in dieser Beziehung kommt die Bildungsfähigkeit des Betonmateriales, welches erdfeucht eingebracht wird, sehr zu statten.

Die gewöhnliche Annahme für die Belastung bei Tunnelbauten in ruhendem Gebirge konnte hier nicht Anwendung finden, da, wie schon oben erwähnt, hier mit einem viel stärkeren Gebirgsdruck zu rechnen war, namentlich auch im Hinblick auf die großen Lichtprofile. Die Konstruktionen sind dazu derartig stark gemacht, daß sie vor Eintreten von Brucherscheinungen imstande wären, Drücke von 40-50 t/qm aufzunehmen, während im Tunnelbau wohl im allgemeinen mit 20 t Maximalaufnahme gerechnet wird. Wären die Querschnitte, wenigstens diejenigen der größeren lichten Profile, nicht in Eisenbeton, sondern in Mauerwerk ausgeführt worden, so hätten sie bei Innehaltung der Form dieses lichten Profiles, das für den Betrieb von Wichtigkeit ist, in weit größerer Stärke eingebaut werden müssen. Die Folge wären ein

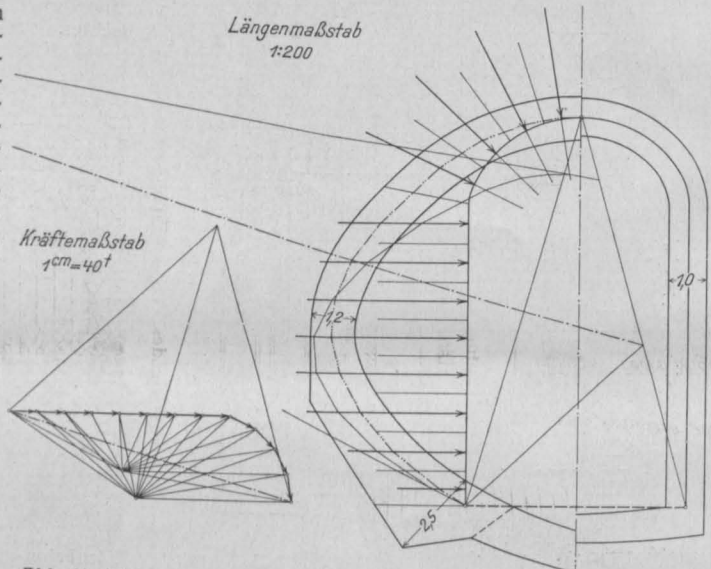
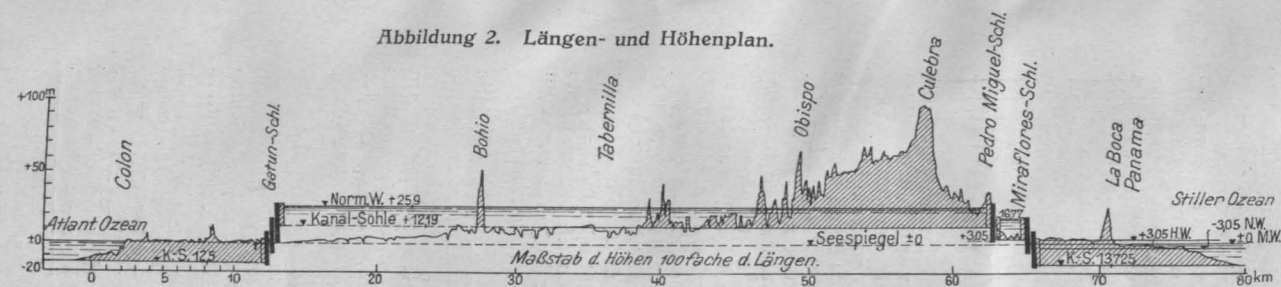


Abb. 10. Untersuchung eines Mauerwerks-Querschnittes statt Profil a-b.

weit größerer Aushub an Gebirge und eine schwierigere provisorische Abstützung dieser Gebirgsteile gewesen, sodaß die Kosten höher geworden wären, ohne jedoch die Standfähigkeit des Eisenbetons entfernt zu erreichen. Ganz unmöglich wäre der Ausbau in anderer Methode gewesen bei dem großen Profil, welches sich vorfindet am Anschluß an die Schachtscheibe. Es ist hier ein Profil ausgebaut von 6 m l. W. und 10 m Höhe (siehe Querschnitt a-b). Die dort dargestellte Form des Querschnittes hätte bei Ausbau im Mauerwerk, also einem Material, das nur geringe Biegungs- und Zugspannungen aushalten kann, überhaupt nicht eingehalten werden können, man hätte eine andere Querschnittsform wählen müssen, wie aus Abbildung 10 hervorgeht, welche die Kräfteverteilung für Profil a-b für gleichmäßige Last zeigt. Bei ungleichmäßiger Belastung würde die Form und Stärke noch bei weitem ungünstiger werden. Hieraus folgt, daß es vollständig unwirtschaftlich gewesen wäre, diese Konstruktion in Mauerwerk auszubauen, abgesehen von der geringen Sicherheit des dann entstandenen Bauwerkes.

Die Anlage steht jetzt in diesen starken Druckverhältnissen etwa 1 1/2 Jahre und ist absolut standfest, und es sind Beschädigungen wichtiger Natur bis jetzt nicht entstanden, sodaß die Hoffnung berechtigt ist, daß durch die Anwendung der Eisenbeton-Auskleidung hier ein Bauwerk geschaffen ist, welches dem Gebirgsdruck für die Zeit seiner Gebrauchsdauer, und diese wird nicht gering sein, vollständig Stand hält. In bezug auf die Ausführung sei noch erwähnt, daß das Material auf der IV. Sohle am Schacht gemischt wurde und daß der Eisenbeton zwischen sehr stark gehaltener Schalung abschnittsweise eingebracht wurde. —

Abbildung 2. Längen- und Höhenplan.



Abbildungen 3a und b. Grundriß und Längsschnitt der Schleusen bei Gatun.

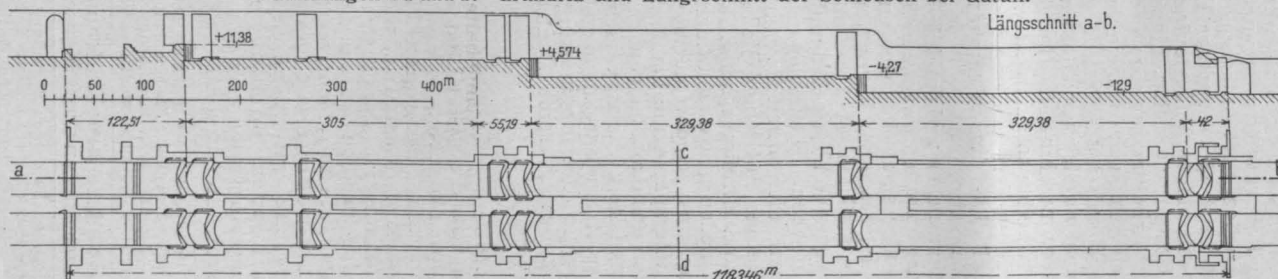
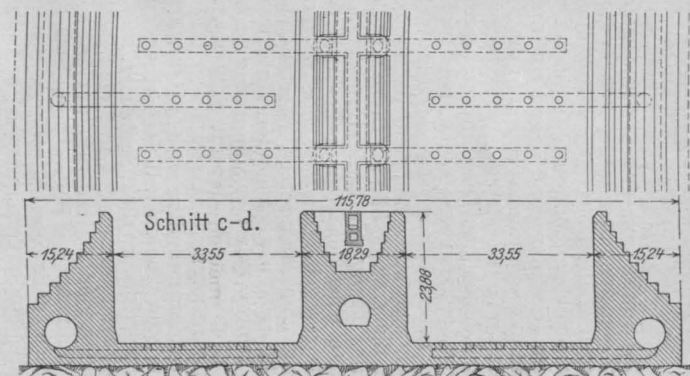


Abbildung 1. Uebersichtsplan der Linienführung des Panama-Kanales nach dem Ausführungsentwurf.



Lageplan des Panama-Kanals.
(Geplante Linienführung Ende 1908)

Einrichtungen für die Ausführung der Betonarbeiten an den Schleusen des Panama-Kanales.



Abbildungen 4a und b. Querschnitt der Schleusen bei Gatun mit Anordnung der Umlauf-Kanäle.

Einrichtungen für die Ausführung der Betonarbeiten an den Schleusen des Panama-Kanales.

(Hierzu eine Bildbeilage.)

Der Panama-Kanal, der die Nord- und Süd-Amerika verbindende Landenge von Zentral-Amerika zwischen den Städten Colon am Atlantischen und Panama am Stillen Ozean durchbricht und einschl. der beiderseits in die Vorküste bis zum tiefen Wasser einzubaggernden Fahrrinnen eine Gesamtlänge von rd. 80 km besitzt, wird bekanntlich nicht, wie ursprünglich von den Franzosen beabsichtigt, als Niveaukanal ausgeführt, sondern als Schleusen-Kanal. Wie der vorstehende Lage- und Höhenplan*), Abbildungen 1 und 2, zeigen, sind die Schleusen aber beiderseits nahe den Küsten angeordnet, während die Scheitelhaltung, deren Wasserspiegel unter normalen Verhältnissen 25,9 m über dem Mittelwasserspiegel des Stillen Ozeans liegt, auf 49,5 km Länge freie Fahrt bietet. Diese Scheitelhaltung wird gebildet durch den Aufstau des Chagres-Flusses durch einen mächtigen Staudamm bei Gatun, der einen Stausee von rd. 443 qkm Fläche erzeugt. Auf diese Weise sind auf der ganzen Mittelstrecke die erforderlichen Einschnittsarbeiten in Erde und Fels für das normal 13,7 m tiefe Kanalbett erheblich verringert und nehmen bedeutenden Umfang nur im Culebra-Einschnitt an, in welchem eine Tiefe bis zu 83 m und zwar vorwiegend in z. T. recht festem Felsboden erreicht werden muß.

Der Aufstieg vom Atlantischen Ozean zur Scheitelhaltung wird durch eine dreifache Schleuse bei Gatun vermittelt, der Abstieg zum Stillen Ozean wird ebenfalls durch drei Schleusen bewirkt, die aber nicht an einem Punkt zusammengezogen sind; vielmehr ist eine einfache Schleuse bei Pedro Miguel, etwa 9,5 km landeinwärts, und ein Schleusenpaar 3 km näher zur See bei Miraflores vorgesehen. Dazwischen liegt ein kleiner Stausee, dessen Wasserspiegel auf 16,77 m über dem mittleren Meeresspiegel gehalten wird.

Die Schleusen sind sämtlich als Doppelschleusen ausgeführt und erhalten eine dem größten Kriegsschiffstyp, den Dreadnoughts der amerikanischen Flotte entsprechende Kammerweite von 33,55 m und eine Drempeeltiefe von 13 m. Die Schleusenkammerlänge ist auf 330 m bemessen; das größte Gefälle der Schleusen bei Gatun beträgt im Mittel 8,5 m, bei den Schleusen am stillen Ozean etwas weniger. Die Schleusen des Panama-Kanales stellen also die größten Bauwerke dieser Art dar, die bisher je zur Ausführung gekommen sind. Sie können Schiffe bis 305 m Länge und 12,2 m Tauchtiefe aufnehmen.

In Abbildung 3 und 4 ist die Schleusengruppe bei Gatun im Grundriß und Längsschnitt, sowie im Querschnitt dargestellt. Hier ist, um bei Durchschleusung kleinerer Fahrzeuge dem Stausee nicht unnötig Wasser zu entziehen, die der mittleren Haltung zunächst gelegene Schleuse durch Zwischentore noch in Abschnitte von 183 bzw. 122 m unterteilt. Die beiden Schleusenreihen, die nur nach den beiden Verkehrsrichtungen getrennt benutzt werden sollen, werden durch eine 18,3 m starke Zwischenmauer getrennt, die nach beiden Richtungen über die Schleusenhäupter hinaus noch um je 488 m verlängert ist, um den auf Durchschleusung wartenden Schiffen Gelegenheit zum Anlegen zu geben. Die Seiten-

mauern haben 15,2 m Stärke und sind hinten abgetreppt. Sie ruhen auf einer gemeinsamen Sohle, welche die Last auf den Felsuntergrund überträgt. Der verhältnismäßig dünne Boden der Schleusenkammern ist dabei durch Eisenanker mit dem Felsuntergrund gegen Auftrieb fest verbunden. Sowohl in die Mittelmauer wie in die Seitenmauern sind große Umlaufkanäle eingelegt, die auf den größeren Teil ihrer Länge einen Durchmesser von 5,50 m, streckenweise einen solchen von 6,70 m, besitzen. Von ihnen zweigen, wie aus Abbildung 4 ersichtlich ist, kleinere Kanäle ab, die sich unter den Schleusenboden erstrecken und nach diesem sich öffnen. Diese Kanäle und Umläufe dienen zur Füllung und Entleerung der Schleusen. Durch Schütze wird der Wasser-Zu- und Abfluß durch diese Kanäle geregelt. Den Verschuß der Schleusen bilden wuchtige Stahlstemptore. Nach der See zu sind mit Rücksicht auf die wechselnden Außenwasserstände Gegentore erforderlich. Der allgemeine Konstruktionsgedanke ist auch derselbe für die Schleusen von Pedro Miguel und Miraflores.

Der gesamte Schleusenaufbau wird an den drei genannten Stellen in Stampfbeton mit Steineinpackungen hergestellt, und zwar erfordern die 3 Schleusen bei Gatun nach den neuesten Feststellungen des amtlichen Berichtes der Kanalkommission vom 30. Juni 1910 im Ganzen rund 1,56 Mill. cbm, die Schleuse bei Pedro Miguel 656 400 cbm und die beiden Schleusen von Miraflores zusammen 1,02 Mill. cbm, sodaß also der Gesamtbedarf an Beton den Betrag von 3,24 Millionen cbm erreicht. Für diese gewaltigen Betonmassen das nötige Zuschlagmaterial zu gewinnen und die gesamten Betonmaterialien zur Baustelle heranzuschaffen, dort zu lagern, zu mischen und einzubauen, bedurfte es besonderer Einrichtungen, um die Leistung mit einem Mindestaufwand an Menschenkraft, Zeit und Kosten zu erzielen. Eine weitgehende Beschleunigung der Arbeiten war aber hier um so nötiger, als die Frage, ob ein Schleusen- oder ein Niveaukanal auszuführen sei, erst spät entschieden wurde, als die Aushubarbeiten für den Kanal bereits eingeleitet waren. Dank der vervollkommenen, maschinellen Einrichtungen sind aber die letzteren Arbeiten so gefördert worden, daß schließlich die rechtzeitige Fertigstellung der Schleusen von wesentlichem Einfluß auf den Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Kanales sein wird.

Die sinnreichen und durchdachten Einrichtungen, die für die vorgenannten Zwecke in Gatun und Pedro Miguel bzw. Miraflores getroffen worden sind, verdienen allgemeineres Interesse und können, wenn auch Aufgaben so gewaltigen Maßstabes bei uns nicht zu lösen sind, doch auch Anregungen für die Behandlung umfangreicher Betonbauten geben. Die Anlagen seien daher an dieser Stelle, namentlich soweit die Einrichtungen für den Einbau des Betons an Ort und Stelle in Frage kommen, die in Gatun und Miraflores bzw. Pedro Miguel grundsätzlich verschieden gelöst sind (hier fahrbare Kabelbahnen zum Betontransport, dort mächtige, die ganze Schleusenkammer überspannende Laufkrane), näher besprochen. Wir stützen uns dabei teils auf den amtlichen Bericht der Kanalkommission, teils auf verschiedene Veröffentlichungen in den letzten Jahrgängen amerikanischer Zeitschriften, namentlich des „Engineering Record“, bzw. auf die Zeitschrift des „Vereins Deutscher Ingenieure“ vom Jahre 1909. —

(Schluß folgt.)

*) Vergl. die ausführlicheren Mitteilungen über den endgültigen Plan, nach welchem der Kanal ausgeführt wird, in Jahrg. 1909 S. 182 u. ff. der „Deutschen Bauzeitung“, der auch der Lage- und Höhenplan entnommen ist.

Vermischtes.

Wetterbeständigkeit von Mauerwerk. Die Kommission zur Untersuchung des Einflusses der Mörtelzusammensetzung und der Qualität der Bausteine auf die Wetterbeständigkeit des Mauerwerkes (eingesetzt vom Kopenhagener Baumaterialien-Kongreß Sept. 1909) hat in ihrer Versammlung vom 15. Okt. 1910 in Berlin beschlossen, die folgenden Fragen den Fachleuten und Interessenten zur gefälligen Beantwortung vorzulegen:

I. Bestehen in Ihrer Umgebung Bauwerke, an denen Mängel folgender Art zu beobachten sind?
a. Durchsickerung oder Wasserdurchlässigkeit bei Talsperrn u. dergl.; b. Austritt kleiner Quellen an der Außenseite von Kai-, Schleusen-, Brückenmauern u. dergl.; c. Krusten- und Stalaktitbildungen; d. Ablösen der oberen Schichten bei Mauerwerk dieser Art; e. Ablösen und Ausbauchen einer Schale von Ziegelsteinbreite von stärkerem Mauerwerk; f. Mauerausschlag, Abschiefern von Naturstein, Ziegeln und anderen Kunststeinen, Mauerfraß u. dgl.

II. In solchen Fällen sind anzugeben: a. die Zusammensetzung des verarbeiteten Mörtels; b. das Alter des Bauwerkes; c. die Art und Herkunft des Steines; d. die

Zusammensetzung des Kunststeines; e. gegebenenfalls Mitteilung über die Stellen, von denen die Fragen beantwortet werden könnten.

III. Welche Ursachen für die Schäden am Mauerwerk sind anzunehmen? a. die Beschaffenheit des Mörtels? b. der Frost? c. Verunreinigung der Luft durch schweflige Säure u. dergl.? d. Beimengungen zum Wasser, wie Salz, Moor, Säure?

IV. Sind ähnliche Schäden auch an Mauerwerk, welches mit reinem Kalkmörtel errichtet ist, von Ihnen beobachtet worden?

Etwaige Antworten werden an den Obmann der Kommission Prof. J. A. van der Kloes zu Delft (Holl.) erbeten.

Inhalt: Konstruktion der Großmarkthalle am Südbahnhof München. (Schluß). — Die Verwendung des Eisenbetons in Steinkohlen-Bergwerks-Betrieben. — Einrichtungen für die Ausführung der Betonarbeiten an den Schleusen des Panama-Kanales. — Vermischtes. —

Hierzu eine Bildbeilage: Einrichtungen für die Ausführung der Betonarbeiten an den Schleusen des Panama-Kanales.

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., in Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Fritz Eiselein in Berlin.
Buchdruckerei Gustav Schenck Nachflg. P. M. Weber in Berlin.